

明 細 書

動圧軸受装置

技術分野

- [0001] 本発明は、動圧軸受装置に関する。ここでの動圧軸受装置は、情報機器、例えばHDD、FDD等の磁気ディスク装置、CD-ROM、CD-R/RW、DVD-ROM/RAM等の光ディスク装置、MD、MO等の光磁気ディスク装置などのスピンドルモータ用、レーザビームプリンタ(LBP)のポリゴンスキャナモータ、プロジェクタのカラーホイール用のモータ、あるいは電気機器、例えば軸流ファンなどの小型モータ用の軸受装置として好適である。

背景技術

- [0002] 上記各種モータには、高回転精度の他、高速化、低コスト化、低騒音化などが求められている。これらの要求性能を決定づける構成要素の一つに当該モータのスピンドルを支持する軸受があり、近年では、この種の軸受として、上記要求性能に優れた特性を有する動圧軸受の使用が検討され、あるいは実際に使用されている。
- [0003] その一例として、例えばHDD等のディスク駆動装置のスピンドルモータで使用される動圧軸受装置が、特開2000-291648号公報に記載されている。この軸受装置は、有底円筒状のハウジングの内周に軸受スリーブを固定すると共に、軸受スリーブの内周に外径側に張り出したフランジ部を有する軸部材を挿入し、回転する軸部材と固定側の部材(軸受スリーブ、ハウジング等)との間に形成したラジアル軸受隙間やスラスト軸受隙間に流体動圧を発生させ、この流体動圧で軸部材を非接触支持するものである。
- [0004] この動圧軸受装置は、ハウジング、軸受スリーブ、軸部材、スラスト部材、およびシール部材といった部品で構成され、情報機器の益々の高性能化に伴って必要とされる高い軸受性能を確保すべく、各部品の加工精度や組立精度を高める努力がなされている。その一方で、情報機器の低価格化の傾向に伴い、この種の動圧軸受装置に対するコスト低減の要求も益々厳しくなっている。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0005] そこで、本発明は、高い耐久性を有すると共に、低コストに製作可能な動圧軸受装置の提供を目的とする。
- [0006] 近年の動圧軸受装置では、上記要求に応えるべく、軸受の固定側となる固定体（例えばハウジング）や回転側となる回転体（例えば軸部材やディスクハブ）の樹脂化が検討されている。その一方、動圧軸受装置では、その構造上、軸受隙間を介して対向する回転体と固定体の一時的な接触摺動が避けられない。この接触摺動が樹脂化した部材間で生じる場合、樹脂化した部材に配合された強化繊維が相手側の部材を傷付けたり摩耗させたりするおそれがある。
- [0007] 本発明者らの検証によれば、樹脂に配合する強化繊維の繊維径が大きすぎると、強化繊維の剛直度が増すため、摺動時に相手側の樹脂部材の傷付きや摩耗を引き起こし、また、強化繊維の配合量が多すぎても強化繊維と相手側の樹脂部材との接触頻度が増すために同様の問題を生じることが判明した。これらの不具合は、前者では繊維径が $12\mu\text{m}$ を越えた時に、後者では配合量が20vol%を越えた時に問題となることが明らかとなった。

課題を解決するための手段

- [0008] そこで、本発明では、回転体と、固定体と、固定体と回転体との間のラジアル軸受隙間に生じる流体の動圧作用で両者をラジアル方向で非接触に保持するラジアル軸受部と、固定体と回転体との間のスラスト軸受隙間に生じる流体の動圧作用で両者をスラスト方向に非接触に保持するスラスト軸受部とを備える動圧軸受装置において、固定体と回転体のうち、少なくともスラスト軸受隙間に面する部分を何れも樹脂で形成し、かつ当該樹脂部分の少なくとも何れか一方に、充填材として繊維径 $1\sim 12\mu\text{m}$ の強化繊維を配合した。
- [0009] このように強化繊維の繊維径を $12\mu\text{m}$ 以下とすることにより、強化繊維が柔軟化されるので、これとの接触による相手側樹脂部材の傷付きを防止することができ、スラスト軸受部における耐摩耗性を向上させることができる。
- [0010] また、さらに樹脂中における強化繊維の配合量を $5\sim 20\text{vol}\%$ に設定すれば、強化繊維の相手側樹脂部材との接触頻度を減じることができるので、スラスト軸受部の耐

摩耗性をさらに向上させることができる。なお、強化繊維の配合量を5vol%以上としたのは、これを下回ると、補強効果が減少するために却って耐摩耗性が低下するからである。

- [0011] このようにスラスト軸受隙間を介して対向する固定体と回転体とを樹脂製とすることにより、両者の軸方向の線膨張係数が概ね共通する値となるので、温度変化に対してもスラスト軸受隙間を一定幅に保持することができ、さらなる回転精度の向上を図ることができる。また、樹脂成形品は射出成形により低コストに製造できるので、軸受装置の低コスト化が可能となる。さらに、回転体を樹脂製とすることにより、これを金属製とする場合に比べて軽量化されるので、耐衝撃性の向上が図られる。
- [0012] 充填材には、強化繊維の他、さらに導電化剤を含めることができる。一般に樹脂は絶縁材料であるため、上述のように各部材を樹脂化した場合、空気との摩擦によって発生した回転体の静電気が回転体に帯電し、磁気ディスクと磁気ヘッド間の電位差を生じたり、静電気の放電によって周辺機器の損傷を招くおそれがある。これに対し、樹脂部材中の充填材に導電化剤を含めれば、回転側と固定側の通電性を確保してかかる不具合を解消することができる。導電化剤の種類は特に限定されないが、例えばカーボンファイバー、カーボンブラック、黒鉛、カーボンナノマテリアル、金属粉末等の繊維状又は粉末状のものを使用することができる。
- [0013] 固定体と回転体の、スラスト軸受隙間に面する樹脂部分のうち、何れか一方は、耐油性や成形性を考慮し、LCPで形成するのが望ましい。また、同様の観点から、固定体と回転体の、スラスト軸受隙間に面する樹脂部分のうち、何れか一方をPPSで形成することもできる。
- [0014] 樹脂中の充填材の総量(導電化剤も配合する場合は、これを含めた充填材の総量)が30vol%を越えると、樹脂部材に他の部材を超音波溶着した際の溶着強度が著しく低下する。これを防止するため、樹脂中における充填材総量は、30vol%以下とするのが望ましい。
- [0015] 強化繊維としては、強度や弾性率に優れた特性を有するPAN系の炭素繊維を使用することができる。
- [0016] 固定体と回転体の、スラスト軸受隙間に面する樹脂部分をベース樹脂の異なる樹

脂材料で形成すれば、固定体と回転体の摺動時における凝着を防止することができる。

[0017] 具体的に、回転体の樹脂部分としては、軸部材に設けたフランジ部、あるいはロータマグネットの取付け部を有する回転部材を挙げることができる。

[0018] なお、ここでいう回転部材に該当するものとして、HDD等のディスク装置に装備されるディスクハブやターンテーブル、LBPのポリゴンミラーを装着するためのロータ部材等を挙げることができる。

[0019] 本発明によれば、固定体および回転体の少なくとも一部を樹脂化しているので、低コスト化を達成すると共に、軽量化を通じて衝撃荷重を減じることができ、高い耐久性を得ることができる。また、スラスト軸受部における耐摩耗性を向上させることもできる。

[0020] 上記のように軽量化および製造コストの低減等を目的として、ハウジングの樹脂化が検討されているが、ハウジングの樹脂化を進めた際に生じる問題点の一つに、樹脂製のハウジングと、このハウジングを保持するモータブラケット等の金属製部材との間での固定力の確保がある。特に、携帯型の情報機器に用いられる動圧軸受装置には、高い耐衝撃特性が要求されるので、さらなる固定力の向上が望まれる。

[0021] 高い固定力を得るための方法として、例えば接着を挙げることができる。その場合には金属材料と樹脂材料との間の接着力を高める手段として、例えばアルカリエッチングやプラズマエッチング、あるいはUV処理等の表面処理を樹脂成形面に施す方法が考えられる。ところが、この方法では、ハウジングを樹脂材料で型成形した後、さらに接着固定面に表面処理を別途行う必要が生じるため加工工程が増加し、製造コストの増加につながる。

[0022] そこで、本発明は、この種の動圧軸受装置におけるハウジングの製造コストを低減するとともに、ハウジングと他の金属製部材との間の固定強度を高めることを目的とする。

[0023] 前記課題を解決するため、本発明に係る動圧軸受装置は、ハウジングと、ハウジングの内部に固定された軸受スリーブと、軸受スリーブ及びハウジングに対して相対回転する回転部材と、回転部材と軸受スリーブとの間のラジアル軸受隙間に生じる潤滑

油の動圧作用で回転部材をラジアル方向に非接触支持するラジアル軸受部と、回転部材とハウジングとの間のスラスト軸受隙間に生じる潤滑油の動圧作用で回転部材をスラスト方向に非接触支持するスラスト軸受部とを備えたものにおいて、ハウジングは、スラスト軸受部を構成し、かつ動圧溝が形成されたスラスト軸受面と、他の金属製部材が固定される固定面とを有し、このハウジングの、スラスト軸受面を含む部分を樹脂材料で形成し、固定面を含む部分を金属材料で形成したことを特徴とする。

[0024] ここで「他の金属製部材」は、動圧軸受装置の構成部品に限るものではなく、ハウジングに固定するものを全て含む。例えば、軸受スリーブを金属材料で形成し、ハウジングの内周面に固定する場合には、該軸受スリーブがここでいう他の金属製部材に該当し、また、動圧軸受装置のハウジングの外周面に固定される金属製のモータブラケットがここでいう他の金属製部材に該当する。

[0025] 一般に、金属材料同士を固定すれば、両者間で高い固定力を得やすい。本発明では、このことを利用して、他の金属製部材が固定される固定面を含む部分を金属材料で形成したので、ハウジングと他の金属製部材とを確実に固定することができる。特に、他の金属製部材との固定を接着により行う場合には、固定面におけるハウジングと他の金属製部材との間の接着強度を高めることができる。また、ハウジングの固定面を含む部分を樹脂材料で型成形した後、成形した固定面に別途表面処理を施す工程を省略でき、製造コストの低減化が図られる。

[0026] また、本発明では、ハウジングのスラスト軸受面を含む部分を樹脂材料で形成したので、動圧溝を、スラスト軸受面を含む部分と同時に樹脂材料で型成形することができ、スラスト軸受面を含む部分を金属材料で形成した場合と比べて、動圧溝を別途加工する手間を省くことができる。これにより、動圧溝の加工工程が簡略化され、より一層の低コスト化が図られる。

[0027] 本発明の動圧軸受装置は、ハウジングが、上記のような金属部分と樹脂部分とのハイブリッド構造を有するので、ハウジングの軽量化および製造コストの低減を図りつつ、他の金属製部材との接着力を十分に確保することが可能となる。

[0028] 上記構成のハウジングは、金属材料で形成された固定面を含む部分をインサート部品として樹脂材料で射出成形することにより、容易に製造することができる。

- [0029] ハウジングは、例えば、円筒状の側部と、側部の一端側に位置する開口部と、側部の他端側に位置する底部とを備え、開口部の側にスラスト軸受面を有する構造とすることができる。
- [0030] あるいは、ハウジングは、円筒状の側部と、側部の一端側に位置する開口部と、側部の他端側に位置する底部とを備え、底部の側にスラスト軸受面を有する構造とすることもできる。
- [0031] 以上のように、本発明によれば、この種の動圧軸受装置におけるハウジングの軽量化と製造コストの低減を図りつつ、ハウジングと他の金属製部材との間の固定強度を高めて、例えば携帯型情報機器の使用にも耐え得る高い耐衝撃特性を付与することができる。
- [0032] 以上に述べた動圧軸受装置と、ロータマグネットと、ステータコイルとを有するモータは、耐摩耗性に優れ、耐久性や回転精度の面で優れた特性を有する。

図面の簡単な説明

- [0033] [図1]本発明にかかる動圧軸受装置を組み込んだ情報機器用スピンドルモータの断面図である。
- [図2]上記動圧軸受装置の断面図である。
- [図3]上記動圧軸受装置で使用される軸受スリーブの断面図である。
- [図4]ハウジングを図2のB方向から見た図である。
- [図5]動圧軸受装置の他の形態を示す断面図である。
- [図6]図5の動圧軸受装置で使用される軸部材の断面図である。
- [図7]動圧軸受装置の他の形態を示す断面図である。
- [図8]a〜cは、ラジアル軸受部の他の実施形態を示す断面図である。
- [図9]本発明にかかる動圧軸受装置を組み込んだ情報機器用スピンドルモータの断面図である。
- [図10]上記動圧軸受装置の断面図である。
- [図11]aは、軸受スリーブの断面図であり、bは、軸受スリーブの底面図(図11a中のA矢視図)である。
- [図12]ハウジングを図10のB方向から見た図である。

[図13]本発明の他の実施形態に係る動圧軸受装置の断面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0034] 以下、本発明の実施形態を図1～図13に基づいて説明する。

[0035] 図1は、この実施形態にかかる動圧軸受装置1を組み込んだ情報機器用スピンドルモータの一構成例を示している。このスピンドルモータは、HDD等のディスク駆動装置に用いられるもので、軸部材2を回転自在に非接触支持する動圧軸受装置1と、軸部材2に装着されたディスクハブ3と、例えば半径方向のギャップを介して対向させたステータコイル4およびロータマグネット5とを備えている。ディスクハブ3は、磁気ディスク等のディスクを一又は複数枚保持するもので、その内周にロータマグネット5が取り付けられている。ステータコイル4は、動圧軸受装置1のハウジング7外周に固定されたブラケット6の外周に取り付けられる。ステータコイル4に通電すると、ステータコイル4とロータマグネット5との間の電磁力でロータマグネット5が回転し、それによって、ディスクハブ3および軸部材2が一部材(回転体)となって一体回転する。

[0036] ディスクハブ3は、カップ状の樹脂成形品であり、図1および図2では、フランジ状の基部3aと、基部3aの内径側に形成された円筒状の第一突出部3bと、基部3aの外径側に形成された円筒状の第二突出部3cとを備えるディスクハブ3を例示している。図1に示すようにモータステータ4と対向する第二突出部3cの内周には、ロータマグネット5を取り付けるための取付け部3dが設けられ、この取付け部3dにロータマグネット5が接着等の手段で取り付けられている。

[0037] 図2は、動圧軸受装置1を拡大して示している。この動圧軸受装置1は、ハウジング7と、ハウジング7の内周に固定された軸受スリーブ8と、軸受スリーブ8の内周に挿入した軸部材2とを構成部品して構成される。

[0038] 軸受スリーブ8の内周面8aと軸部材2の外周面2cとの間に第1ラジアル軸受部R1と第2ラジアル軸受部R2とが軸方向に離隔して設けられる。また、ハウジング7の開口側端面(上側端面)7dと、これに対向する、軸部材2に固定されたディスクハブ3の下側端面3e(基部3aの第一突出部3bよりも内径側の下側端面)との間にスラスト軸受部Tが形成される。尚、説明の便宜上、ハウジング7の底部7cの側を下側、底部7cと軸方向反対の側を上側として説明を進める。

- [0039] 軸部材2は例えばステンレス鋼等の金属材料で同一径の軸状に形成される。
- [0040] 本発明のハウジング7は有底円筒状の樹脂成形品である。図示例のハウジングは、円筒状の側部7bと、側部7bの下端に設けられた底部7cとを備えており、底部7cは側部7cと一体成形されている。
- [0041] このようにハウジング7やディスクハブ3は樹脂成形品であるが、その素材としては、熱可塑性樹脂、例えば、非晶性樹脂であるポリサルフォン(PSF)、ポリエーテルサルフォン(PES)、ポリフェニルサルフォン(PPSU)、ポリエーテルイミド(PEI)等が、また結晶性樹脂である液晶ポリマー(LCP)、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)、ポリフェニレンサルファイド(PPS)等が使用可能である。この中でもLCPやPPSは耐油性や寸法安定性等に優れた特性を備えるので、特にハウジング7の素材として好適である。
- [0042] この際、ハウジング7とディスクハブ3で使用するベース樹脂を異ならせておけば、ハウジング7とディスクハブ3の摺動時における凝着を防止することができる。この例として、例えばハウジング7のベース樹脂としてLCPを使用し、ディスクハブ3のベース樹脂としてPPSを使用する場合が挙げられる。
- [0043] これらベース樹脂に強化繊維や導電化剤等からなる充填材を配合し、こうして得た樹脂組成物を用いてハウジング7およびディスクハブ3が個別に射出成形される。充填材としては、ガラス繊維や炭素繊維等の繊維状充填材、チタン酸カリウム等のウィスカ状充填材、マイカ等の鱗片状充填材、カーボンブラック、黒鉛、カーボンナノマテリアル、金属粉末等の繊維状又は粉末状の導電性充填材などが必要に応じて選択使用される。一例として、本実施形態では、強化繊維として、強度面および弾性率等の面で優れた特性を有するPAN系の炭素繊維を使用し、導電化剤として、少ない配合量で高い導電性を確保できるカーボンナノチューブを使用している。
- [0044] 軸部材2には、適宜の手段でディスクハブ3が固定されるが、この際、軸部材2をインサート部品としてディスクハブ3を上記樹脂組成物で射出成形すれば(インサート成形)、ディスクハブ3の成形とディスクハブ3への軸部材2の組み付けを一工程で行うことができ、軸部材3とディスクハブ3とを低コストにかつ高精度に一体化することができる。このようにして一体化した軸部材2とディスクハブ3とで回転体が構成される。

図4に示すように、スラスト軸受部Tのスラスト軸受面となる上側端面7dには、例えばスパイラル形状の動圧溝7d1が形成される。この動圧溝7d1は、ハウジング7の射出成形時に成形されたものである。すなわち、ハウジング7を成形する成形型の所要部位(上側端面7dを成形する部位)に、動圧溝7d1を成形する溝型を加工しておき、ハウジング7の射出成形時に上記溝型の形状をハウジング7の上側端面7dに転写することにより、動圧溝7d1をハウジング7の成形と同時成形することができる。同様の手法で、ハウジング7の上側端面7dに代えて、ディスクハブ3の下側端面3eに動圧溝を形成することもできる。

[0045] また、ハウジング7は、その上方部外周に、上方に向かって漸次拡径するテーパ状外壁7eを備える。このテーパ状外壁7eと、ディスクハブ3に設けられた円筒状の突出部3bの内壁3b1との間に、上方に向かって漸次縮小するテーパ状のシール空間Sが形成される。このシール空間Sは、軸部材2及びディスクハブ3の回転時、スラスト軸受部Tのスラスト軸受隙間の外径側と連通する。

[0046] 軸部材2は例えばステンレス鋼等の金属材料で同一径の軸状に形成される。

[0047] 軸受スリーブ8は例えば焼結金属からなる多孔質体、特に銅を主成分とする焼結金属の多孔質体で円筒状に形成される。この軸受スリーブ8は、例えば超音波溶着によってハウジング7の内周面の所定位置に固定され、これによりハウジング7と軸受スリーブ8とで固定体が構成される。なお、軸受スリーブ8は金属材料、例えば銅等の軟質金属で形成することもできる。

[0048] 焼結金属で形成された軸受スリーブ8の内周面8aには、第1ラジアル軸受部R1と第2ラジアル軸受部R2の各ラジアル軸受面となる上下2つの領域が軸方向に離隔して設けられ、これら2つの領域には、例えば図3に示すようなヘリングボーン形状(スパイラル形状でもよい)の動圧溝8a1、8a2がそれぞれ形成される。上側の動圧溝8a1は、軸方向中心m(上下の傾斜溝間領域の軸方向中央)に対して軸方向非対称に形成されており、軸方向中心mより上側領域の軸方向寸法X1が下側領域の軸方向寸法X2よりも大きくなっている。また、軸受スリーブ8の外周面8dには、1又は複数本の軸方向溝8d1が軸方向全長に亘って形成される。

- [0049] 軸部材2は軸受スリーブ8の内周面8aに挿入される。なお、軸部材2及びディスクハブ3の停止時において、軸部材2の下側端面2dとハウジング7の内底面7c1との間、軸受スリーブ8の下側端面8cとハウジング7の内底面7c1との間にはそれぞれ僅かな隙間が存在する。
- [0050] ハウジング7の内部空間等は潤滑油で充満される。すなわち、潤滑油は、軸受スリーブ8の内部気孔を含め、軸受スリーブ8の内周面8aと軸部材2の外周面2cとの間の隙間部、軸受スリーブ8の下側端面8c及び軸部材2の下側端面2dとハウジング7の内底面7c1との間の隙間部、軸受スリーブ8の軸方向溝8d1、軸受スリーブ8の上側端面8bとディスクハブ3の下側端面3eとの間の隙間部、スラスト軸受部T、及びシール空間Sに充満される。
- [0051] 軸部材2及びディスクハブ3からなる回転体の回転時、軸受スリーブ8の内周面8aのラジアル軸受面となる領域(上下2箇所の領域)は、それぞれ、軸部材2の外周面2cとラジアル軸受隙間を介して対向する。また、ハウジング7の上側端面7dのスラスト軸受面となる領域は、ディスクハブ3の下側端面3eとスラスト軸受隙間を介して対向する。そして、軸部材2及びディスクハブ3の回転に伴い、ラジアル軸受隙間に潤滑油の動圧が発生し、軸部材2がラジアル軸受隙間内に形成される潤滑油の油膜によってラジアル方向に回転自在に非接触支持される。これにより、軸部材2及びディスクハブ3をラジアル方向に回転自在に非接触支持する第1ラジアル軸受部R1と第2ラジアル軸受部R2とが構成される。同時に、上記スラスト軸受隙間に潤滑油の動圧が発生し、ディスクハブ3が上記スラスト軸受隙間内に形成される潤滑油の油膜によってスラスト方向に回転自在に非接触支持される。これにより、軸部材2及びディスクハブ3をスラスト方向に回転自在に非接触支持するスラスト軸受部Tが構成される。
- [0052] 前述したように、第1ラジアル軸受部R1の動圧溝8a1は、軸方向中心mに対して軸方向非対称に形成されており、軸方向中心より上側領域の軸方向寸法X1が下側領域の軸方向寸法X2よりも大きくなっている。そのため、軸部材2およびディスクハブ3の回転時、動圧溝8a1による潤滑油の引き込み力(ポンピング力)は上側領域が下側領域に比べて相対的に大きくなる。そして、この引き込み力の差圧によって、軸受スリーブ8の内周面8aと軸部材12の外周面2cとの間の隙間に満たされた潤滑油が下方

に流動し、軸受スリーブ8の下側端面8cとハウジング7の内底面7c1との間の隙間→軸方向溝8d1→ディスクハブ3の下側端面3eと軸受スリーブ8の上側端面8bとの間の隙間という経路を循環して、第1ラジアル軸受部R1のラジアル軸受隙間に再び引き込まれる。このように、潤滑油が上記隙間部を流動循環するように構成することで、ハウジング7の内部空間及びスラスト軸受部Tのスラスト軸受隙間内の潤滑油圧力が局部的に負圧になる現象を防止して、負圧発生に伴う気泡の生成、気泡の生成に起因する潤滑油の漏れや振動の発生等の問題を解消することができる。

[0053] また、潤滑油の外部への漏れは、シール空間Sの毛細管力と、スラスト軸受部Tの動圧溝7d1による潤滑油の引き込み力(ポンピング力)によって、より効果的に防止される。

[0054] 本発明では、スラスト軸受隙間を介して対向するハウジング7およびディスクハブ3の双方が樹脂で形成されているので、線膨張係数はほぼ同レベルとなる。そのため、温度変化による軸方向の膨張量を固定側と回転側で同程度とすることができ、温度変化によるスラスト軸受隙間の幅の変動を抑制して安定した軸受性能を得ることができる。

[0055] 以上の構成において、スラスト軸受隙間を介して対向するハウジング7の上側端面7dとディスクハブ3の下側端面3eとは、モータの起動時や停止時、あるいは回転する軸部材2の振れ回り等の原因により、一時的に摺動接触する。この両者の摺動接触に起因する問題として、摺動部Pにおける樹脂同士の摺動が挙げられる。

[0056] 本発明者らの検証によれば、強化繊維として配合した炭素繊維の平均繊維径が $12\mu\text{m}$ を超えるとディスクハブ3とハウジング7の摺動部Pにおける摩耗量が著しく増大することが判明した。これは、繊維径が大きくなることによって剛直となった炭素繊維が摺動部Pで互いに相手側の軟らかな樹脂材を傷付け、こうして荒れた樹脂材の面がさらに相手側の樹脂材と摺動することによって摩耗が進行するためと考えられる。一方、炭素繊維の平均繊維径が $1\mu\text{m}$ を下回ると、炭素繊維本来の目的である補強効果が不十分となるので適当でない。従って、充填剤としての炭素繊維は、平均繊維径 $1\sim 12\mu\text{m}$ (好ましくは $5\sim 10\mu\text{m}$)の範囲内に設定するのが望ましい。

[0057] 強化繊維が長すぎると、余剰樹脂材料を再使用する際に繊維が細かく裁断される

ため、リサイクル性が害される。また、動圧溝を型成形する際の転写性も損なわれる。かかる観点から、強化繊維の平均長さは500 μ m以下(好ましくは300 μ m以下)とするのが望ましい。

[0058] また、本発明者の検証によれば、炭素繊維の配合割合が20vol%を超えた場合にも同様に樹脂同士の摺動部Pにおける摩耗量が著しく増大することも判明した。これは、炭素繊維の配合量が増すことで、炭素繊維と相手側樹脂部材との接触頻度が高まるためと考えられる。その一方、炭素繊維の配合割合が5%を下回ると、必要な機械的強度がでにくく、かつ樹脂部材の耐摩耗性を確保することが難しくなる。従って、炭素繊維の配合量は5～20vol%とするのが望ましい。

[0059] その一方、強化繊維の繊維径や配合割合が上記範囲内にあっても、導電化剤等の他の充填材の配合量が多すぎると、ハウジング7を別部材(例えば軸受スリーブ8)と超音波溶着する際の溶着強度が低下する。本発明者らが検証したところ、強化繊維や導電化剤を含む充填材総量(金属充填材または無機充填材の総量)が30vol%を越えると溶着部強度の低下幅が大きくなり、強度面で問題を生じることが判明した。従って、充填材総量は30vol%以下にするのが望ましい。

[0060] 以上の説明では、ハウジング7とディスクハブ3との間に回転側と固定側の摺動部Pが存在する軸受装置1を例示したが、本発明の適用範囲はこれに限られず、ハウジング7と回転体とがスラスト軸受隙間を介して対向し、この対向部分が樹脂同士の摺動部となる他の構成の動圧軸受装置にも適用することができる。例えば、図5は、回転体としての軸部材2を軸部2aとフランジ部2bとで構成し、フランジ部2bの上端面2b1と軸受スリーブ8の下端面8cとの間、およびフランジ部2bの下端面2b2とハウジング底部7cの内底面7c1との間にそれぞれスラスト軸受隙間を形成することにより、軸部材2をスラスト隙間に生じた潤滑油の動圧作用によりスラスト方向で非接触支持するスラスト軸受部T1、T2を構成した例である。

[0061] この動圧軸受装置において、軸部材2は、図6に示すように、軸部2aの外周を円筒状の金属材22で形成すると共に、フランジ部2bの全体および軸部2bの芯部が樹脂材21で形成されている。この場合、樹脂製ハウジング7の内底面7c1とフランジ部2b

の下端面2b2が樹脂同士の摺動部Pとなるので、図1ー図4に示す実施形態と同様の構成を採用することにより、同様の効果が得られる。

- [0062] このタイプの動圧軸受装置では、軸受スリーブ8のみならず、ラジアル軸受隙間をシールするシール部材10やハウジング7の側部7bとは別部材のハウジング底部7c(スラストプレート)といった樹脂部品を超音波溶着によりハウジング7の側部7bに固定することができる。
- [0063] 図7示す動圧軸受装置は、スラスト軸受部Tをハウジング7の開口部7a側に配置し、一方のスラスト方向で軸部材2を軸受部材8に対して非接触支持するものである。軸部材2の下端よりも上方にフランジ部2bが設けられ、このフランジ部2bの下側端面2b2と軸受部材8の上側端面8bとの間にスラスト軸受部Tのスラスト軸受隙間が形成される。ハウジング7の開口部内周にはシール部材13が装着され、シール部材13の内周面13aと軸部材2の軸部2a外周面との間にシール空間Sが形成される。シール部材13の下側端面13bはフランジ部2bの上側端面2b1と軸方向隙間を介して対向しており、軸部材2が上方へ変位した際にはフランジ部2bの上側端面2b1がシール部材13の下側端面13bと係合し、軸部材2の抜け止めがなされる。
- [0064] この場合、フランジ部2bを樹脂で形成すると共に、軸受スリーブ8自体を樹脂で成形し、あるいは軸受スリーブ8の上側端面8bを樹脂でコーティングすれば、フランジ部2bの下側端面2bと軸受スリーブ8の上側端面8bとが樹脂同士の摺動部となるので、図1ー図4に示す実施形態と同様の構成を採用することにより、同様の効果が得られる。
- [0065] ラジアル軸受部R1、R2は多円弧軸受で構成することもできる。図8aはその一例として、図5に示す動圧軸受装置1のラジアル軸受部R1、R2を多円弧軸受(「テーパ軸受」とも称される)で構成したものである。この場合、軸受スリーブ8の内周面8aのうち、第一ラジアル軸受部R1および第二ラジアル軸受部R2の各ラジアル軸受面となる領域に複数の円弧面8a1が形成される。各円弧面8a1は、回転軸心Oからそれぞれ等距離オフセットした点を中心とする偏心円弧面であり、円周方向で等間隔に形成される。各偏心円弧面8a1の間には軸方向の分離溝8a2が形成される。
- [0066] 軸受スリーブ8の内周面8aに軸部材2の軸部2aを挿入することにより、軸受スリーブ

8の偏心円弧面8a1および分離溝8a2と、軸部2aの真円状外周面2aとの間に、第一および第二ラジアル軸受部R1、R2の各ラジアル軸受隙間がそれぞれ形成される。ラジアル軸受隙間のうち、偏心円弧面8a1と対向する領域は、隙間幅を円周方向の一方で漸次縮小させたくさび状隙間8a3となる。くさび状隙間8a3の縮小方向は軸部材2の回転方向に一致している。

[0067] 図8b、図8cは、第一および第二ラジアル軸受部R1、R2を構成する多円弧軸受の他の実施形態を示すものである。

[0068] このうち、図8bに示す実施形態では、図8aに示す構成において、各偏心円弧面8a1の最小隙間側の所定領域 θ が、それぞれ回転軸心Oを中心とする同心の円弧で構成されている。従って、各所定領域 θ において、ラジアル軸受隙間(最小隙間)は一定となる。このような構成の多円弧軸受は、テーパ・フラット軸受と称されることもある。

[0069] 図8cでは、軸受スリーブ8の内周面8aのラジアル軸受面となる領域が3つの円弧面8a1で形成されると共に、3つの円弧面8a1の中心は、回転軸心Oから等距離オフセットされている。3つの偏心円弧面8a1で区画される各領域において、ラジアル軸受隙間は、円周方向の両方向に対してそれぞれ漸次縮小した形状を有している。

[0070] 以上に説明した第一および第二ラジアル軸受部R1、R2の多円弧軸受は、何れもいわゆる3円弧軸受であるが、これに限らず、いわゆる4円弧軸受、5円弧軸受、さらには6円弧以上の数の円弧面で構成された多円弧軸受を採用してもよい。また、ラジアル軸受部R1、R2のように、2つのラジアル軸受部を軸方向に離隔して設けた構成とするほか、軸受スリーブ8の内周面の上下領域に亘って1つのラジアル軸受部を設けた構成としてもよい。

[0071] また、以上の実施形態では、ラジアル軸受部R1、R2として、多円弧軸受を採用した場合を例示しているが、これ以外の軸受で構成することも可能である。例えば、図示は省略するが、軸受スリーブ8の内周面8aのラジアル軸受面となる領域に、複数の軸方向溝形状の動圧溝を形成したステップ軸受を使用することもできる。

[0072] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

[0073] 図9は、本発明の一実施形態に係る動圧軸受装置1を組込んだ情報機器用スピン

ドルモータの一構成例を概念的に示している。この情報機器用スピンドルモータは、HDD等のディスク駆動装置に用いられるもので、軸部2を備えた回転部材3を回転自在に非接触支持する動圧軸受装置1と、例えば半径方向のギャップを介して対向させたステータコイル4およびロータマグネット5と、金属製のモータブラケット6とを備えている。ステータコイル4はモータブラケット6の内周に取り付けられ、ロータマグネット5は回転部材3の外周に取り付けられている。動圧軸受装置1のハウジング7は、モータブラケット6の内周に例えば接着等の手段により固定される。回転部材3には、磁気ディスク等のディスク状情報記録媒体が一又は複数枚保持される。ステータコイル4に通電すると、ステータコイル4とロータマグネット5との間に発生する電磁力でロータマグネット5が回転し、それによって回転部材3および軸部2が一体となって回転する。

[0074] 動圧軸受装置1は、例えば図10に示すように、一端側に開口部7a、他端側に底部7cを有するハウジング7と、ハウジング7の内部に固定された軸受スリーブ8と、ハウジング7及び軸受スリーブ8に対して相対回転する回転部材3とを備えている。なお、説明の便宜上、ハウジング7の開口部7a側を上方向、ハウジング7の底部7c側を下方向として以下説明する。

[0075] 回転部材3は、例えばハウジング7の開口部7aの側を覆うハブ部9と、軸受スリーブ8の内周に挿入される軸部2とで構成される。

[0076] ハブ部9は、ハウジング7の開口部7bの側を覆う円盤状の基部9aと、基部9aの外周部から軸方向下方に延びた筒状部9bと、筒状部9bの外周に設けられたディスク搭載面9cおよび鏝部9dとを備えている。図示されていないディスク状情報記録媒体は、基部9aの外周に外嵌され、ディスク搭載面9cに載置される。そして、図示しない適当な保持手段によってディスク状情報記録媒体がハブ部9に保持される。

[0077] 軸部2は、この実施形態ではハブ部9と一体に形成され、その下端にフランジ部10を別体に備えている。フランジ部10は、例えばねじ結合等の手段により軸部2に固定される。

[0078] 軸受スリーブ8は、例えば、焼結金属からなる多孔質体、特に銅を主成分とする焼結金属の多孔質体で円筒状に形成される。

- [0079] 軸受スリーブ8の内周面8aには、図10に示すように、第1ラジアル軸受部R1と第2ラジアル軸受部R2のラジアル軸受面となる上下2つの領域が軸方向に離隔して設けられている。上記2つの領域には、例えば、図11aに示すようなヘリングボーン形状の動圧溝8a1、8a2がそれぞれ形成されている。上側の動圧溝8a1は、軸方向中心m(上下の傾斜溝間領域の軸方向中央)に対して軸方向非対称に形成されており、軸方向中心mより上側領域の軸方向寸法X1が下側領域の軸方向寸法X2よりも大きくなっている。また、軸受スリーブ8の外周面8dには、1本又は複数本の軸方向溝8d1が軸方向全長に亘って形成されている。この実施形態では、3本の軸方向溝8d1を円周方向等間隔に形成している。
- [0080] 軸受スリーブ8の下側端面8cの、スラスト軸受部T2のスラスト軸受面となる領域には、例えば、図11bに示すような動圧溝8c1が形成される。
- [0081] ハウジング7は、側部7bと、側部7bの一端側に位置する開口部7aと、側部7bの他端側に位置する底部7cとを備えている。側部7bは、円筒状の金属部7b1と、金属部7b1の外周上部に設けられた樹脂部7b2とで構成される。金属部7b1の外周下部は、図1に示すモータブラケット6の内周面6aに例えば接着等の手段により固定される固定面7f1となる。また、金属部7b1の内周面は、この実施形態では、金属製の軸受スリーブ8が例えば接着等の手段により固定される固定面7f2となる。
- [0082] 樹脂部7b2の上端は、ハウジング側部7bの外周面よりも内径側に広がっており、この広がった部分7b1bでハウジング側部7bの上端面外径部が被覆されている。樹脂部7b2の上端と金属部7b1の上端とでハウジング7の開口部7bが構成される。樹脂部7b2の上側端面7b1aの、スラスト軸受部T1のスラスト軸受面となる領域には、例えば図12に示すような動圧溝7b11が形成される。この時、樹脂部7b2の内径側に広がった部分7b1bも動圧溝7b11の形成領域とすることができる。
- [0083] 金属部7b1は、例えば真ちゅう等の軟質金属材料、またはその他の金属材料で形成され、樹脂部7b2は、例えばLCP(液晶ポリマー)やPPS等の樹脂材料で形成される。これら金属部7b1と樹脂部7b2は、この実施形態では、金属部7b1をインサート部品として樹脂材料の射出成形により一体に形成される。その際、樹脂部7b2の動圧溝7b11は、樹脂部7b2を成形する金型の表面に動圧溝7b11の成型型を形成し

ておき、樹脂部7b2の成形時に前記成形型の形状を樹脂部7b2の上側端面7b1aに転写することによって、樹脂部7b2の成形と同時に成形される。

[0084] 側部7bの下部には、側部7bと別体に形成された底部7cが後付けで取り付けられる。底部7cは、金属材料または樹脂材料で形成される。前者の場合、底部7cは接着等の手段で側部7bに固定され、後者の場合、底部7cは超音波溶着等の手段で側部7bに固定される。

[0085] また、樹脂部7b2の外周には、上方に向かって漸次拡径するテーパ状の外壁7eが形成されている。このテーパ状の外壁7eは、筒状部9bの内周面9b1との間に、ハウジング7の底部7c側から上方に向けて半径方向寸法が漸次縮小した環状のシール空間Sを形成する。このシール空間Sは、軸部2およびハブ部9の回転時、スラスト軸受部T1のスラスト軸受隙間の外径側と連通している。

[0086] 動圧軸受装置1の内部には、軸受スリーブ8の内部気孔(多孔質体組織の気孔)を含め、潤滑油が充填される。潤滑油の油面は常にシール空間S内に維持される。

[0087] 動圧軸受装置1の回転部材3(軸部2)が回転すると、軸受スリーブ8の内周面8aのラジアル軸受面となる上下2つの領域は、それぞれ軸部2の外周面2aとラジアル軸受隙間を介して対向する。そして、軸部2の回転に伴い、上記ラジアル軸受隙間に満たされた潤滑油が動圧作用を発生し、その圧力によって軸部2がラジアル方向に回転自在に非接触支持される。これにより、回転部材3をラジアル方向に回転自在に非接触支持する第1ラジアル軸受部R1と第2ラジアル軸受部R2とが構成される。また、ハウジング7の樹脂部7b2の上側端面7b1aと、軸部2と一体に成形されたハブ部9の下側端面9a1との間にはスラスト軸受隙間が形成されており、回転部材3の回転に伴い、上記スラスト軸受隙間に満たされた潤滑油が動圧作用を発生し、その圧力によって回転部材3がスラスト方向に回転自在に非接触支持される。これにより、回転部材3をスラスト方向に回転自在に非接触支持するスラスト軸受部T1が構成される。同様に、軸受スリーブ8の下側端面8cと軸部2のフランジ部10の上側端面10aとの間にスラスト軸受隙間が形成され、このスラスト軸受隙間に潤滑油の動圧作用が生じて回転部材3をスラスト方向に非接触支持する第2スラスト軸受部T2が形成される。

[0088] このように、本実施形態では、ハウジング7の、モータブラケット6や軸受スリーブ8等

の金属製部材が固定される固定面7f1、7f2を含む部分を金属部7b1で構成するとともに、動圧溝7b11を形成したスラスト軸受面を含む部分を樹脂部7b2で構成した。これにより、ハウジング7と金属製の軸受スリーブ8やモータブラケット6との固定強度を高め、例えば携帯型情報機器等に要求される高い耐衝撃特性を動圧軸受装置1に付与することができる。もちろん、両者を接着により固定する場合には、高い接着強度が得られると共に、接着力確保のための固定面7f1、7f2の表面処理や動圧溝7b11の電解加工などの後加工を省略して、ハウジング7の製造コストを大幅に低減できる。

- [0089] 以上、本発明の第1の実施形態を説明したが、本発明は、この実施形態に限定されるものではない。
- [0090] 上記第1の実施形態では、ハウジング7の開口部7aを構成する樹脂部7b2の上側端面7b1aに動圧溝7b11を有するスラスト軸受面を設けるとともに(スラスト軸受部T1)、軸受スリーブ8の下側端面8cに動圧溝8c1を有するスラスト軸受面を設けるようにしていたが(スラスト軸受部T2)、本発明は、スラスト軸受部T1のみを設けた動圧軸受装置にも同様に適用することができる。この場合、軸部2は、図2に示すように、フランジ部10を有しないストレートな形状になる。したがって、ハウジング7は、底部7cを側部7bと一体に形成した有底円筒形の形態にすることができる。
- [0091] また、上記実施形態では、軸受スリーブ8を、接着により、ハウジング7の側部7bの固定面7f2に固定するようにしていたが、例えば圧入や、超音波溶着など、接着以外の固定手段による固定で、軸受スリーブ8とハウジング7の間に十分な固定力が得られる場合には、特にハウジング7の固定面7f2を含む部分を金属材料で形成する必要はない。
- [0092] 図13は、他の実施形態に係る動圧軸受装置1'を示している。この実施形態において、軸部12は、その下端に一体または別体に設けられたフランジ部20を備えている。また、ハウジング17は、円筒状の側部17bと、側部17bの下端部に固定された底部材17cとを備えている。ハウジング17の側部17bの上端部内周にはシール部材13が固定される。ハウジング17の底部材17cの内底面17c1には、図示は省略するが、例えばスパイラル形状の動圧溝が形成されるとともに、軸受スリーブ18の下側端面18c

にも、同様の形状の動圧溝が形成される。そして、軸受スリーブ18の下側端面18cと軸部12のフランジ部20の上側端面20aとの間にスラスト軸受部T11が形成され、ハウジング17の底部材17cの内底面17c1とフランジ部20の下側端面20bとの間にスラスト軸受部T12が形成される。

[0093] この実施形態において、ハウジング17の側部17bは、金属材料で円筒状に形成されており、該側部17bの外周および内周にそれぞれ固定面17f1および固定面17f2が形成されている。固定面17f1には、図示は省略するが、金属製のモータブラケットが例えば接着や圧入等の手段で固定され、固定面17f2には、金属製の軸受スリーブ18が例えば接着等の手段で固定される。動圧溝を有する底部材17cは、樹脂材料で型成形され、例えば超音波溶着等の手段で側部17bの下端部に固定される。また、シール部材13は、金属材料又は樹脂材料で形成される。前者の場合、シール部材13は接着等の手段で側部17bに固定され、後者の場合、シール部材13は超音波溶着等の手段で側部17bに固定される。なお、これ以外の事項については、前記第1の実施形態に準じるので、以下重複説明を省略する。

[0094] 図10および図13の何れの実施形態においても、ラジアル軸受部R1、R2は、図8a～図8cに示すように多円弧軸受で構成することができ、あるいはステップ軸受で構成することもできる。

請求の範囲

- [1] 回転体と、固定体と、固定体と回転体との間のラジアル軸受隙間に生じる流体の動圧作用で両者をラジアル方向で非接触に保持するラジアル軸受部と、固定体と回転体との間のスラスト軸受隙間に生じる流体の動圧作用で両者をスラスト方向に非接触に保持するスラスト軸受部とを備える動圧軸受装置において、
固定体と回転体のうち、少なくともスラスト軸受隙間に面する部分が何れも樹脂で形成され、かつ当該樹脂部分の少なくとも何れか一方に、充填材として繊維径1〜12 μm の強化繊維を配合したことを特徴とする動圧軸受装置。
- [2] 樹脂中における強化繊維の配合量が5〜20vol%である請求項1記載の動圧軸受装置。
- [3] 充填材が、さらに導電化剤を含む請求項1記載の動圧軸受装置。
- [4] 樹脂中における充填材総量が、30vol%以下である請求項1〜3何れか記載の動圧軸受装置。
- [5] 強化繊維が、PAN系の炭素繊維である請求項1記載の動圧軸受装置。
- [6] 固定体および回転体の、スラスト軸受隙間に面する樹脂部分が、ベース樹脂の異なる樹脂材料で形成されている請求項1記載の動圧軸受装置。
- [7] 固定体および回転体の、スラスト軸受隙間に面する樹脂部分のうち、何れか一方がLCPで形成されている請求項1記載の動圧軸受装置。
- [8] 固定体および回転体の、スラスト軸受隙間に面する樹脂部分のうち、何れか一方がPPSで形成されている請求項1記載の動圧軸受装置。
- [9] 回転体の樹脂部分が、軸部材のフランジ部である請求項1記載の動圧軸受装置。
- [10] 回転体の樹脂部分が、ロータマグネットの取付け部を有する回転部材である請求項1記載の動圧軸受装置。
- [11] 回転体として軸部材を備えると共に、固定体として内周に軸部材を挿入した軸受スリーブと軸受スリーブを内部に固定したハウジングとを備え、ハウジングが前記スラスト軸受隙間に面する部分を有する請求項1記載の動圧軸受装置。
- [12] ハウジングと、該ハウジングの内部に固定された軸受スリーブと、該軸受スリーブ

及び前記ハウジングに対して相対回転する回転部材と、該回転部材と前記軸受スリーブとの間のラジアル軸受隙間に生じる潤滑油の動圧作用で前記回転部材をラジアル方向に非接触支持するラジアル軸受部と、前記回転部材と前記ハウジングとの間のスラスト軸受隙間に生じる潤滑油の動圧作用で前記回転部材をスラスト方向に非接触支持するスラスト軸受部とを備えた動圧軸受装置において、

前記ハウジングは、前記スラスト軸受部を構成し、かつ動圧溝が形成されたスラスト軸受面と、他の金属製部材が固定される固定面を有し、

前記ハウジングの、前記スラスト軸受面を含む部分を樹脂材料で形成し、前記固定面を含む部分を金属材料で形成したことを特徴とする動圧軸受装置。

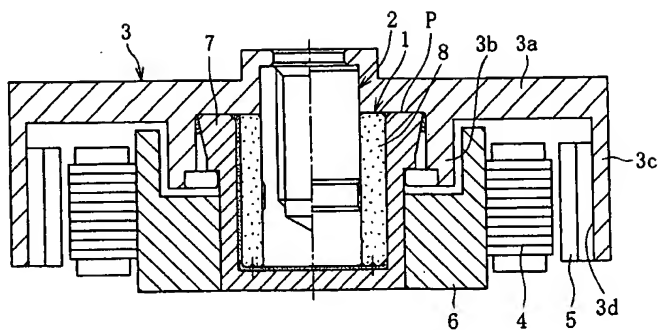
[13] 前記ハウジングは、金属材料で形成された前記固定面を含む部分をインサート部品として樹脂材料で射出成形されたものであることを特徴とする請求項12記載の動圧軸受装置。

[14] 前記ハウジングは、円筒状の側部と、該側部の一端側に位置する開口部と、前記側部の他端側に位置する底部とを備え、前記開口部の側に前記スラスト軸受面を有するものであることを特徴とする請求項12記載の動圧軸受装置。

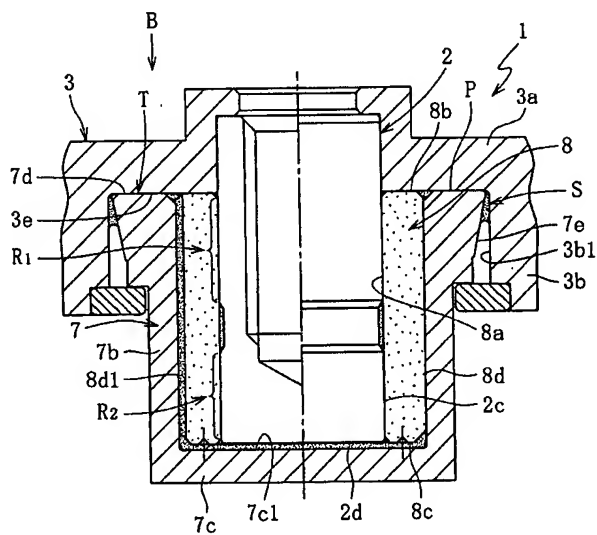
[15] 前記ハウジングは、円筒状の側部と、該側部の一端側に位置する開口部と、前記側部の他端側に位置する底部とを備え、該底部の側に前記スラスト軸受面を有するものであることを特徴とする請求項12記載の動圧軸受装置。

[16] 請求項1または12の何れかに記載した動圧軸受装置と、ロータマグネットと、ステータコイルとを有するモータ。

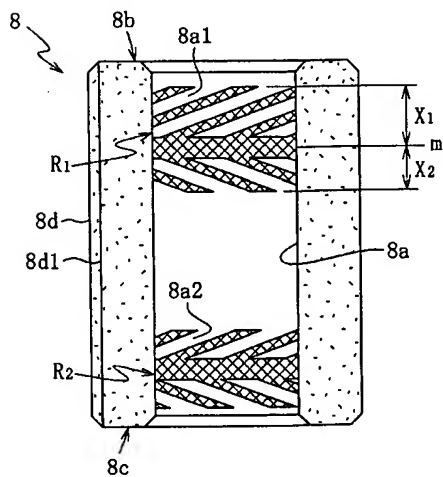
[図1]

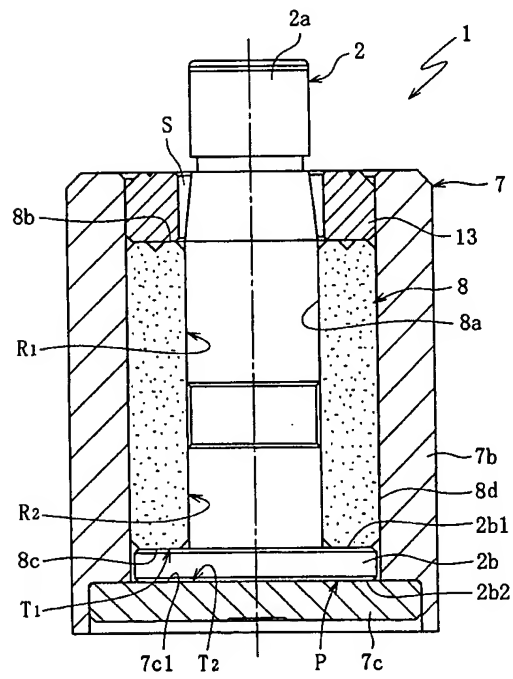
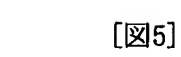


[図2]

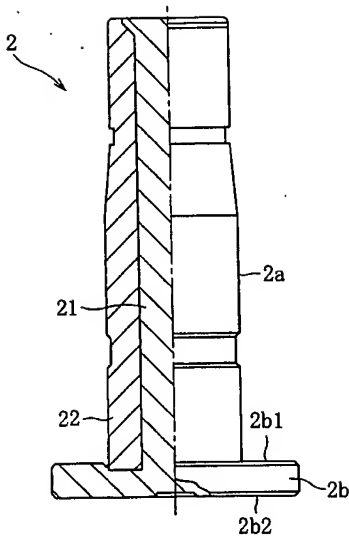


[図3]

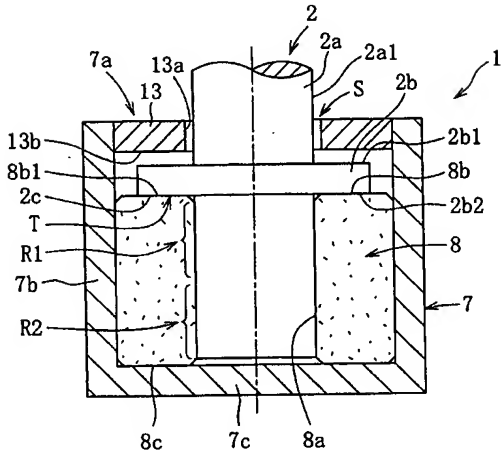




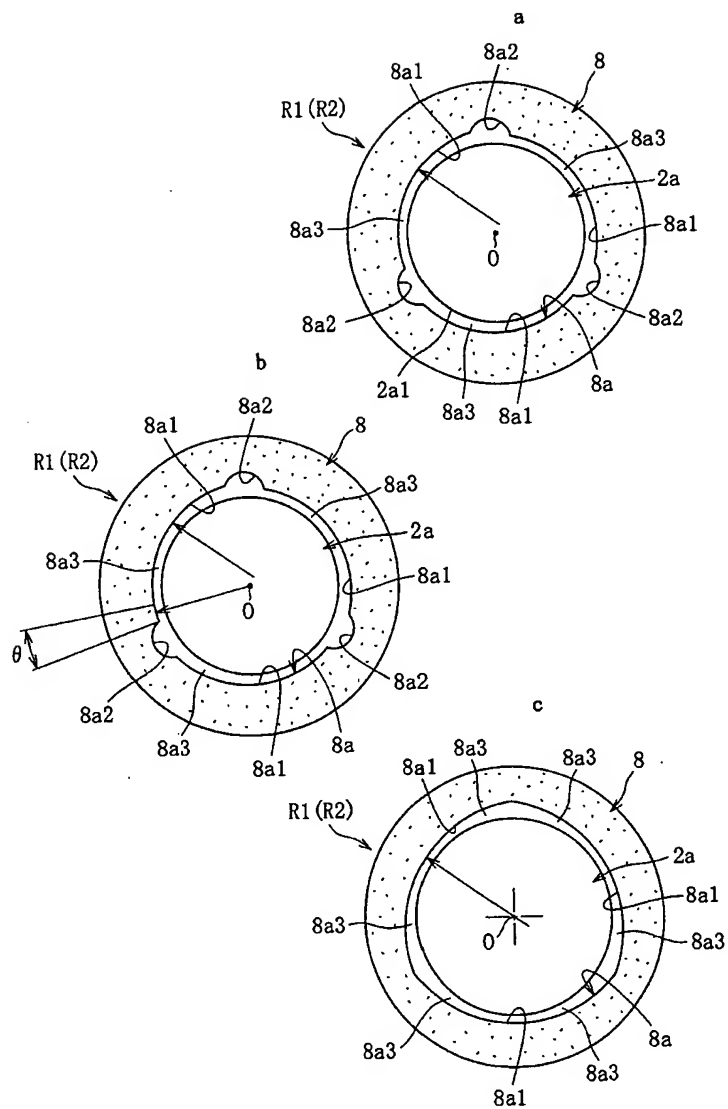
[図6]



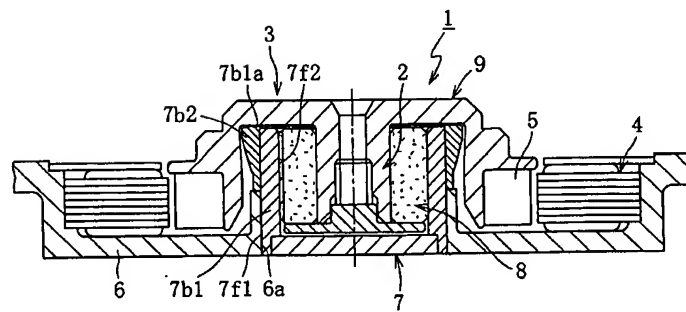
[図7]



[図8]

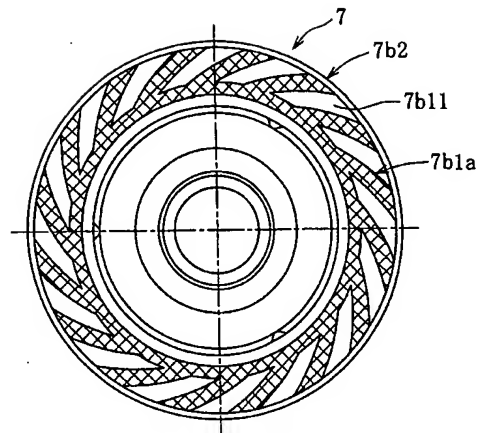


[図9]

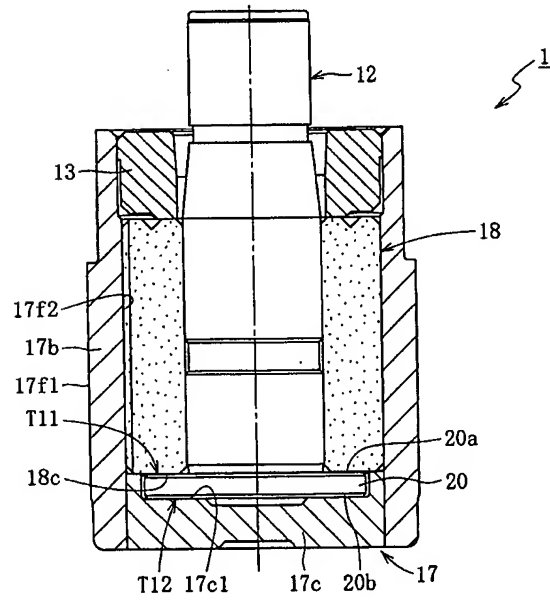


[illegible]

[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ F16C17/10, 33/20, H02K7/08//G11B19/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ F16C17/10, 33/20, H02K7/08//G11B19/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-------------------------|
| Y | JP 2003-314537 A (Sony Corp.), 06 November, 2003 (06.11.03), Par. Nos. [0042] to [0048], [0052] to [0056]; Fig. 8 (Family: none) | 1-7, 9, 11-13, 15-16 |
| Y | JP 11-170397 A (NTN Corp.), 29 June, 1999 (29.06.99), Par. Nos. [0061] to [0063], [0067], [0076] to [0079] (Family: none) | 1-11, 16 |
| Y | JP 2001-107972 A (Kyocera Corp.), 17 April, 2001 (17.04.01), Par. Nos. [0002], [0018] to [0024] (Family: none) | 3, 4 |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
01 July, 2005 (01.07.05)Date of mailing of the international search report
19 July, 2005 (19.07.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004822

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| Y | JP 2002-266849 A (Ricoh Co., Ltd.), 18 September, 2002 (18.09.02), Par. No. [0016] (Family: none) | 6 |
| Y | JP 7-332353 A (NSK Ltd.), 22 December, 1995 (22.12.95), Par. Nos. [0005], [0013] to [0014], [0027] to [0028]; Fig. 4 (Family: none) | 8, 10 |
| Y | JP 2004-28165 A (NTN Corp.), 29 January, 2004 (29.01.04), Par. Nos. [0019] to [0025] (Family: none) | 12-15 |
| Y | JP 2002-155939 A (Minebea Co., Ltd.), 31 May, 2002 (31.05.02), Par. Nos. [0018] to [0020]; Fig. 1 & US 2002/0061145 A1 & EP 1211431 A1 | 13 |
| Y | JP 2003-262217 A (NIDEC Corp.), 19 September, 2003 (19.09.03), Par. No. [0054]; Fig. 2 (Family: none) | 14 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/004822

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of claims 1-11, and 16 relate to a dynamic pressure bearing device in which portions facing a bearing clearance between a fixed body and a rotating body are each formed of resin and the diameter of reinforcement fibers blended as the filling material in either of the resin portions is specified.

The inventions of claims 12-15 relate to a dynamic pressure bearing device in which a portion including a thrust bearing surface of a housing is formed of a resin material and a portion including a fixed surface to which the other metal member is fixed is formed of a metal material.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ F16C17/10, 33/20, H02K7/08 // G11B19/20 | | |
|---|---|----------------------------|
| B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. ⁷ F16C17/10, 33/20, H02K7/08 // G11B19/20 | | |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2005年 日本国実用新案登録公報 1996-2005年 日本国登録実用新案公報 1994-2005年 | | |
| 国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語) | | |
| C. 関連すると認められる文献 | | |
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| Y | JP 2003-314537 A (ソニー株式会社) 2003.11.06, 段落【0042】 -【0048】, 段落【0052】-【0056】, 【図8】 (ファミリーなし) | 1-7, 9, 11-13, 15-16 |
| Y | JP 11-170397 A (エヌティエヌ株式会社) 1999.06.29, 段落【0061】-【0063】, 【0067】, 【0076】-【0079】 (ファミリーなし) | 1-11, 16 |
| Y | JP 2001-107972 A (京セラ株式会社) 2001.04.17, 段落【0002】, | 3, 4 |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。 | | |
| * 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献 | | |
| 国際調査を完了した日 01.07.2005 | 国際調査報告の発送日 19.7.2005 | |
| 国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 特許庁審査官 (権限のある職員) 藤村 泰智 電話番号 03-3581-1101 内線 3328 | 3 J 3330 |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|--|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| | 段落【0018】－【0024】 (ファミリーなし) | |
| Y | JP 2002-266849 A (株式会社リコー) 2002.09.18, 段落【0016】 (ファミリーなし) | 6 |
| Y | JP 7-332353 A (日本精工株式会社) 1995.12.22, 段落【0005】, 段落【0013】－【0014】, 【0027】－【0028】, 【図 4】 (ファミリーなし) | 8, 10 |
| Y | JP 2004-28165 A (NTN株式会社) 2004.01.29, 段落【0019】 －【0025】 (ファミリーなし) | 12－15 |
| Y | JP 2002-155939 A (ミネベア株式会社) 2002.05.31, 段落【001 8】－【0020】, 【図1】 & US 2002/0061145 A1 & EP 1211431 A1 | 13 |
| Y | JP 2003-262217 A (日本電産株式会社) 2003.09.19, 段落【005 4】, 【図2】 (ファミリーなし) | 14 |

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査することを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1-11, 16に関する発明は、固定体と回転体のスラスト軸受隙間に面する部分をいずれも樹脂で成形し、かつ当該樹脂部分の何れか一方に、充填材として配合する強化繊維の繊維径を定めた動圧軸受装置に関するものである。

請求の範囲12-15に関する発明は、ハウジングのスラスト軸受面を含む部分を樹脂材料で形成し、他の金属製部材が固定される固定面を含む部分を金属材料で形成した動圧軸受装置に関するものである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。